УДК 595.422:541+591.461.1

МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КЛЕЩА *PHYTOSEIULUS PERSIMILIS* ATHIAS-HENRIOT (GAMASOIDEA, PHYTOSEIIDAE)

И. А. Акимов, И. С. Старовир

(Институт зоологии АН УССР)

Особенности строения и функции пищеварительной системы у гамазовых клещей-фитосейид (Phytosiidae) до сих пор не исследованы. Без знания же морфо-функциональных особенностей органов пищеварения фитосейид невозможно научно обоснованное использование этих важных естественных регуляторов численности вредителей в биологическом методе защиты растений.

Материал и методика. Работу проводили с клещами *Phytoseiulus persimilis* из лабораторной культуры, питавшимися паутинными клещами *Tetranychus cinnabarinus*. Для изучения процесса морфо-функциональных изменений эпителия средней кишки клещей *Phytoseiulus persimilis* на разных этапах переваривания ими пищи фиксировали молодых особей (в основном самок) через различные промежутки времени (1, 5, 10, 15, 20, 25, 30 мин., 3, 6, 9, 12 час.) после приема пищи. Сам процесс высасывания жертвы хищником продолжался 2—3 мин. Методы фиксации клещей, изготовления и окраски срезов изложены в предыдущей работе (Старовир, 1973).

Полученные результаты. Сравнение гистологических срезов позволило подробно изучить морфологические изменения эпителия средней кишки («желудка») и отходящих от него слепых отростков — дивертикул на различных этапах процесса пищеварения. Особенно хорошо были заметны изменения размера и формы клеток, размера и положения ядер, а также появление и исчезновение пищевых гранул, включений, зернистость цитоплазмы. Эпителиальные клетки средней кишки у голодных клещей *Ph. persimilis* подробно описаны (Старовир, 1973). Следует лишь подчеркнуть, что у голодных особей имеются клетки всех трех типов — секреторные, пищеварительные и недифференцированные. Через 1 мин. после окончания питания, т. е. через 3—4 мин. после поступления первых порций пищи в кишечник, эпителиальные клетки средней кишки и дивертикул несколько вздуваются, но остаются цилиндрическими (высота 6,83—6,30, диаметр 3,7—4,6 *мкм*), расширенными возле базальной мембраны. Апикальная поверхность их округляется. Цитоплазма этих клеток плотная, слегка вакуолизированная, равномерно окрашенная. В них находятся шаровидные почти одинаковых размеров пищевые гранулы, которые окрашиваются в коричневый, малиновый (ШИК) и синий (БФС) цвета. Поверхность пищевых гранул гладкая. Большинство гранул расположено в апикальной части клетки, возле клеточной стенки. Ядра клеток большие, почти круглые или овальные (диаметр 1,4—1,7 *мкм*), смещены ближе к базальной мембране. Нуклеоплазма окрашена интенсивнее цитоплазмы. В ядре видны глыбки хроматина. Ядрышки неодинаковой формы, окрашенные, ацентричные (рисунок, *а*). Границы между клетками на этом этапе пищеварения выражены четко.

Вдоль волнистой базальной мембраны видны мелкие уплощенные недифференцированные эпителиальные клетки, высота которых в несколько раз меньше ширины. Цитоплазма их зернистая, с включениями, слегка вакуолизирована, окрашена равномерно и более интенсивно, чем у функционирующих клеток. Вакуоли этих клеток небольшие, их содержимое дает реакцию с ШИК. Ядра овальные, вздутые, неодинаковых размеров, с интенсивно окрашенными ядрышками (рисунок, *а*).

Через 5 мин. после кормления клещей границы между эпителиальными клетками средней кишки и дивертикул выражены лишь в апикальных частях клеток. Сами клетки претерпевают заметные дегенеративные изменения. В апикальных и центральных частях этих клеток цитоплазма вакуолизированная, зернистая, в базальной части окрашена менее интенсивно. Пищевые гранулы шаровидные, более крупные и окрашены менее интенсивно, чем на срезах, полученных через 1 мин. после кормления, поверхность большинства их шероховатая. В гранулах появляется большое количество кристаллов, которые в поляризованном свете обладают оптической активностью. Встречаются гранулы с гладкой поверхностью, они окрашиваются более интенсивно. Ядра дегенерирующих клеток смещены к базальной мембране, почти круглые, иногда пузыревидно вздутые (диаметр 1,2—3,2 *мкм*), слабо окрашенные, без хроматиновых глыбок. Ядрышки неодинаковой формы, окрашены интенсивнее нуклеоплазмы (рисунок, *б*). Комки цитоплазмы с распавшимися гранулами и кристаллами заметны и в просвете кишечника. Возле базальной мембраны расположены недифференцированные плоские эпителиальные клетки.

Через 10 мин. после кормления клещей эпителиальные клетки средней кишки и дивертикул приобретают более цилиндрическую форму (рисунок, *в*). Границы между клетками выражены четче, чем на предыдущем этапе пищеварения. В цитоплазме клеток видны вновь образовавшиеся мелкие интенсивно окрашенные пищевые гранулы с гладкой поверхностью, однако большинство гранул с шероховатой поверхностью и окрашиваются они слабо. На этом этапе пищеварения процесс распада пищевых гранул и образования кристаллов идет более интенсивно. На стенках базальной мембраны расположены недифференцированные эпителиальные клетки с плотной цитоплазмой. Создается впечатление, что непрерывно растущие недифференцированные клетки заменяют дегенерирующие пищеварительные клетки. По крайней мере через 10 мин. после окончания питания недифференцированные клетки являются наиболее молодыми. Недифференцированные клетки, замеченные через 5 мин. после окончания питания, к этому времени развиваются в нормальные пищеварительные клетки (рисунок, *в*), что видно на срезах по более четким межклеточным границам, более мелким пищевым гранулам и слабее выраженным дегенеративным изменениям в клетках.

Через 15 мин. после кормления клещей границы между эпителиальными клетками средней кишки и дивертикул снова становятся нечеткими. В цитоплазме клеток появляется большое количество вновь образовавшихся пищевых гранул с гладкой поверхностью, имеются также гранулы с шероховатой поверхностью. В клетках происходит распад гранул с образованием описанных выше кристаллов (рисунок, *г*). Ядра в этих дегенерирующих клетках не обнаружены.

Через 20 мин. после кормления клещей (как и через 10 мин.) межклеточные границы снова четко выражены в апикальной зоне. Эпителиальные клетки кубические, набухшие, расширенные (диаметр 10,7—11,5, высота 11,2—12,2 *мкм*). Цитоплазма клеток вакуолизированная, с включениями. Пищевые гранулы, которые хорошо видны на предыду-

щих препаратах, в основном исчезают, что объясняется интенсивным распадом гранул и образованием кристаллов. Эти старые, распадающиеся гранулы окрашиваются так же, как и гранулы через 5 мин. после кормления клещей. Ядра в пищеварительных клетках почти круглые (диаметр 1,5—3,2 *мкм*), в большинстве случаев смещены к апикальным концам, окрашенные. Ядрышки округлые, ацентричные, окрашены интенсивнее нуклеоплазмы (рисунок, *д*).

Через 25 мин. после кормления клещей границы дегенерирующих эпителиальных клеток также не везде видны. В клетках появляются вновь образовавшиеся интенсивно окрашенные шаровидные разных размеров гранулы, но, как правило, более мелкие, с гладкой поверхностью (в отличие от гранул, образовавшихся через 20 мин. после кормления). В апикальных частях клеток расположены слабо окрашивающиеся гранулы с шероховатой поверхностью и кристаллами (рисунок, *е*). На стенках базальной мембраны находятся интенсивно окрашенные молодые недифференцированные эпителиальные клетки.

Через 30 мин. после кормления клещей эпителиальные клетки продолжают дегенерировать, а их границы по-прежнему не видны (рисунок, *ж*). Пищевые гранулы в основном с шероховатой поверхностью, различных размеров и окрашиваются слабо. В них идет интенсивный распад с образованием кристаллов. Имеется незначительное количество пищевых гранул с гладкой поверхностью. Возле базальной мембраны расположены сильно уплощенные мелкие недифференцированные эпителиальные клетки.

Описанные изменения морфо-функционального состояния кишечного эпителия в дальнейшем повторяются с периодичностью 10—15 мин. За этот срок поколение недифференцированных клеток благодаря своему энергичному росту сменяет предыдущее. Одновременно происходит интенсивная смена функций клеток — от появления пищевых гранул до дегенеративных изменений клеток.

Через 3 часа после кормления клещей межклеточные границы четко выражены, клетки имеют типичную цилиндрическую форму с расширенными апикальными краями. Цитоплазма клеток зернистая, вакуолизированная, с включениями, окрашена интенсивнее в апикальных поверхностях. В клетках находятся гладкие гранулы различного размера, встречаются также пищевые гранулы с шероховатой поверхностью и кристаллами. На этом этапе пищеварительного процесса часть клеток в средней кишке и дивертикулах имеют вид секреторных эпителиальных клеток (Старовир, 1973). Ядра в таких клетках большие, расположены в центрах, некоторые немного сдвинуты ближе к апикальной поверхности, окрашены интенсивно. В секреторных клетках пищевых гранул нет (рисунок, *з*).

Через 6 час. после кормления клещей границы эпителиальных клеток средней кишки и дивертикул четко выражены, клетки имеют более цилиндрическую форму, апикальные концы их несколько расширены, меньше вдаются в просвет кишечника. В клетках содержится одна-две шаровидные интенсивно окрашенные разного диаметра пищевые гранулы с гладкой поверхностью. В апикальных концах клетки и в центре ее видны кристаллы распавшихся гранул. Ядра в клетках смещены к базальной мембране (рисунок, *и*).

Через 9 час. после кормления клещей эпителиальные клетки средней кишки и дивертикул мало отличаются от таковых голодных клещей. Немногочисленные пищевые гранулы с кристаллами окрашиваются слабо, поверхность большинства их шероховатая. Изредка встречаются единичные интенсивно окрашенные пищевые гранулы с гладкой поверхно-

стью (рисунок, *к*). На этом этапе пищеварения в эпителии кишечника клещей появляются более вытянутые секреторные клетки с вакуолизированной зернистой плотной с включениями интенсивно окрашенной цитоплазмой. Их апикальные поверхности немного сужены и окрашены сильнее, чем центральные и базальные. Ядра секреторных клеток почти круглые, пузыревидные, большие, расположены в центральных частях клеток, окрашены интенсивно. На стенках базальной мембраны продолжается рост недифференцированных эпителиальных клеток.

Через 12 час. после кормления клещей эпителиальные клетки кишечника имеют различную, но в основном цилиндрическую форму, их границы выражены четко, они не отличаются от клеток эпителия голодных клещей. Пищевых гранул и кристаллов нет совсем (рисунок, *л*), дегенеративные изменения не заметны.

Обсуждение результатов. Как видно из приведенных данных, изменения функционального состояния эпителиальных клеток кишечника наступают очень быстро. Уже через 5—10 мин. после окончания питания они претерпевают глубокие дегенеративные изменения. В то же время заметить какие-либо морфологические различия между активно функционирующими клетками на одном и том же этапе переваривания пищи не всегда удается. Поэтому деление клеток на секреторные и пищеварительные, предложенное для других хелицерат (Pawlowsky and Zarin, 1926; Hughes, 1950; Балашов, 1967 и др.), касательно клеща *Ph. persimilis* применимо лишь для самых начальных и конечных стадий пищеварительного процесса. В связи с этим интересно отметить, что функциональное состояние клеток эпителия зависит также от степени заполненности кишечника пищей. При заполненном кишечнике практически все клетки имеют вид пищеварительных, а через 6—9 час., когда пищевая масса начинает исчезать из просвета кишечника, появляются секреторные клетки. Уже через 9 час. после питания клеща его кишечный эпителий мало чем отличается от эпителия голодных особей, что свидетельствует об очень быстрой утилизации поглощенной пищи и готовности секреторных клеток к новому приему пищи. Эту способность можно рассматривать как адаптацию клеща. *Ph. persimilis* к хищничеству.

Изменения эпителиальных клеток средней кишки, наблюдаемые на разных этапах переваривания поглощенной клещами пищи, подчинены определенному ритму. Через каждые 10—15 мин. пищеварительные клетки эпителия заменяются новыми, недифференцированными, причем каждая клетка функционирует лишь один цикл, который завершается ее полной дегенерацией. С этим циклом связано образование, рост и распад пищевых гранул в клетках. Такая быстрая смена клеток эпителия в кишечнике может быть связана с присущим хелицератам внутриклеточным характером пищеварения.

ЛИТЕРАТУРА

Балашов Ю. С. 1967. Кровососущие клещи (Ixodoidae) — переносчики болезней человека и животных. Л.

Старовир И. С. 1973. Некоторые особенности строения пищеварительной и выделительной систем клеща *Phytoseiulus persimilis* (Parasitiformes, Phytoseiidae). Вестн. зоол., № 5.

Hugehes T. E. 1950. The physiology of the alimentary canal of Tyroglyphus farinae. Quart. J. microsc. Sci., v. 91, N 1.

Pawlowsky E. N. and Zarin. 1926. On the structure and ferments of the digestive organs of Scorpions. Ibid., v. 70, N 2.

Поступила 23. XI 1972 г.

MORPHO-FUNCTIONAL PECULIARITIES OF DIGESTIVE SYSTEM IN *PHYTOSEIULUS PERSIMILIS* ATHIAS-HENRIOT (GAMASIODEA, PHYTOSEIIDAE)

I. A. Akimov, I. S. Starovir

(Institute of Zoology, Academy of Sciences, Ukrainian SSR)

Summary

Morpho-functional changes in the alimentary canal epithelium and the process of food digestion are studied in mites. The changes in the epithelial cells of the mid-gut are shown to come very rapidly. Each 10—15 min. digestive cells degenerate. They are replaced by non-differentiated cells. The formation, growth and decomposition of digestive granules are observed in the digestive cells.